

# Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen XVII

Vleeskuikenouderdierenstal met  
halfroostervloer

J.M.G. Hol  
R. Bleijenberg  
C.M. Groenestein

**dlo**



# Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen XVII

Vleeskuikenouderdierenstal met halfroostervloer

J.M.G. Hol  
R. Bleijenberg  
C.M. Groenestein

Rapport 94-1008

© 1994

Dienst Landbouwkundig Onderzoek  
Postbus 59, 6700 AB Wageningen

**Alle informatie beschikbaar bij  
IMAG-DLO  
Postbus 43, 6700 AA Wageningen  
Telefoon: 08370-76300  
Telefax: 08370-25670**

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enig andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system of any nature, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without the prior written permission of the publisher.

# Inhoud

Samenvatting	2
1 Inleiding	3
2 Materiaal en methode	4
2.1 Stal en bedrijfsvoering	4
2.2 Metingen	5
3 Resultaten en discussie	8
4 Conclusie	10
Literatuurlijst	11
Bijlagen	

## Samenvatting

Ammoniak is naast  $\text{NO}_x$  en  $\text{SO}_x$  een van de meest belangrijke verzurende componenten in ons milieu. De overheid heeft tot doel gesteld dat de emissie van ammoniak ten opzichte van het nivo in 1980 in het jaar 2000 met 50% en in 2005 met 70% afgenomen moet zijn. Om te bepalen of een systeem emissie-arm is, wordt deze vergeleken met de emissie van een traditioneel systeem. In dit kader werd de ammoniakemissie gemeten van een traditioneel stalsysteem voor vleeskuikenouderdieren.

De dieren waren gehuisvest in een stal waarbij de helft van het vloeroppervlak strooisel was en de andere helft lattenrooster. De groepslegnesten bevonden zich boven de roosters in het midden van de stal.

De ammoniakemissie-metingen duurden van 16 juli tot 10 september en tijdens dezelfde produktieperiode, van 1 oktober tot 24 november 1993. De leeftijd van de dieren in de eerste periode was 39 tot 47 weken, en in de tweede periode 50 tot 58 weken. De maximale bezetting mag volgens de Beoordelingsrichtlijn (1993) bij opleg 6,5 dieren/ $\text{m}^2$  zijn. Dit komt in de onderzochte stal overeen met 4732 dierplaatsen.

Uitgaande van 13% leegstand, was de emissie van  $\text{NH}_3$  in de zomerperiode 651 g per dierplaats en in de herfstperiode 488 g per dierplaats per jaar.

## 1 Inleiding

De meest belangrijke verzurende componenten van ons milieu zijn  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$  ( $\text{NO}$  en  $\text{NO}_2$ ) en  $\text{NH}_3$ , samen met hun reaktieprodukten, in het kort  $\text{SO}_x$ ,  $\text{NO}_y$  en  $\text{NH}_x$  genoemd. In 1989 was 81% van de verzuring door  $\text{NH}_x$  uit eigen land afkomstig en 94% daarvan kwam uit de landbouw. De bijdrage van  $\text{NH}_x$  aan de totale verzuring in Nederland bedroeg in 1989 46% (Heij en Schneider, 1991). De overheid heeft tot doel gesteld dat de emissie van ammoniak in 2000 met 50% en in 2005 met 70% afgenomen moet zijn (Notitie Mest- en Ammoniakbeleid, 1993). Om dit te kunnen realiseren wordt momenteel veel onderzoek verricht naar emissie-arme huisvestingssystemen voor landbouwhuisdieren.

Om te bepalen of een systeem emissie-arm is, wordt deze vergeleken met de emissie van een traditioneel systeem. In dit kader werd de ammoniakemissie gemeten van een traditioneel stalsysteem voor vleeskuikenouderdieren.

## 2 Materiaal en methode

### 2.1 Stal en bedrijfsvoering

Van 16 juli tot 10 september en van 1 oktober tot 24 november 1993 werd op een bedrijf met vleeskuikenouderdieren (merk Ross) de ammoniakemissie gemeten. De leeftijd van de dieren in de eerste periode was 39 tot 47 weken, en in de tweede periode 50 tot 58 weken.

De dieren waren gehuisvest in een stal van 56 bij 13 m. De opfok had in dezelfde ruimte plaatsgevonden. Aan het eind van de opfokperiode, op een leeftijd van 18 weken, werd de vloer geïsoleerd. De wanden en het dak waren al voorzien van isolatie. Twee weken later werd het aangekoekte gedeelte van het strooisel verwijderd (ongeveer 50% van het strooiseloppervlak) en vervangen door 300 kg houtkrullen. Gedurende beide handelingen bleven de dieren in de stal. De vloer bestond voor de helft uit strooisel en voor de helft uit lattenrooster. Dit rooster lag midden in de stal, ongeveer 40 cm boven het strooisel. In het midden van het rooster stonden twee rijen groepslegnesten waardoor de stal in tweeën werd gedeeld. In Bijlage A is de plattegrond van de stal en de stalinrichting gegeven. De capaciteit van de mestopslag onder de roosters was 48 m<sup>3</sup>. Na één produktieronde werden de mest onder de roosters en het strooisel verwijderd.

De produktie van eieren startte op de leeftijd van 23 weken. De bezetting bij opleg was 6,9 dieren per m<sup>2</sup> (4630 hennen en 415 hanen). In het onderhavige onderzoek wordt met een bezetting van 6,5 dieren per m<sup>2</sup> gerekend, dit is de maximale bezetting bij opleg volgens de Beoordelingsrichtlijn (1992). Dit komt overeen met 4732 dierplaatsen. Het aandeel hanen lag gedurende de produktieronde tussen de 7 en 9%.

De dieren werden twee keer per dag gevoerd, te weten 5:30 uur en 13:00 uur. De voergoten met sleepkettingen stonden op de roosters. Doordat een hanengrijs was aangebracht konden alleen de hennen hieruit eten. De hanen werden gevoerd uit hanenpannen die boven het strooisel hingen. Voor zowel de hennen als de hanen werd fasevoeding toegepast waarbij een mengsel van meel en tarwekorrels werd gevoerd. In Tabel 1 staan de mengverhoudingen en hoeveelheden opgenomen voer per dier per dag voor de twee meetperiodes. Dagelijks werd van de totale hoeveelheid gevoerde tarwe ca. 6 gram per dier over het strooisel gestrooid. Tijdens de tweede meetperiode werd in verband met de landbouwkundige randvoorwaarden van de Beoordelingsrichtlijn (1993) alleen meel verstrekt (Foktoom). De genoemde 6 gram tarwe werd in deze periode alleen in de laatste twee weken gegeven. Met de tarwe werd 0,08 MJ per dag per dier aan OE en 0,7 g per dag per dier aan ruw eiwit verstrekt. Dit is in de tabel is niet opgenomen.

Tabel 1. De gemiddelde mengverhouding meel : tarwe, de totale hoeveelheid voer (g per dier per dag) en de hoeveelheid omzetbare energie (OE in MJ per dier per dag) en ruw eiwit (re in g per dier per dag) die daarmee per periode werd gegeven.

	Leeftijd	Meel:tarwe	Hoeveelheid	OE	re
meetperiode 1	34 - 42	60 : 40	160	1,8	26,0
meetperiode 1	42 - 49	50 : 50	150	1,6	22,4
meetperiode 2	50 - 56	100 : 0	146	1,7	22,8

De water/voerverhouding was in de tweede meetperiode gemiddeld 1,7 (van de eerste meetperiode is dit niet bekend). Het gefilterde water werd verstrekt via drinkknippels (met lekgoet) boven de roosters van 5:30 tot 9:30 uur en van 13:00 tot 17:00 uur. In de stal was het licht vanaf 5:30 uur zestien uur aaneengesloten aan (L:D = 16:8).

Tweemaal daags werden de nesteieren half-automatisch in de centrale ruimte verzameld. De grondeieren werden 4 tot 5 maal per dag geraapt. Afwijkende dieren (bijv. kreupel, broeds) werden tijdelijk in een apart door gaas afgescheiden gedeelte van de stal geplaatst. Elke 6 tot 8 weken werd geselecteerd op niet-produktieve dieren. Voor de aanvang van de eerste meetperiode werd het aandeel hanen aangevuld tot 7%. In de opfokperiode waren tot week 17 alle noodzakelijke entingen volgens de voorschriften van de Stichting Gezondheidszorg voor Dieren verricht. Daarna werden geen medicijnen meer toegediend.

Tabel 2. Produktieresultaten van de produktieronde tijdens de metingen, het bedrijfsgemiddelde en het landelijk gemiddelde (Kwantitatieve Informatie veehouderij 1994-1995)

	Produktieronde	Bedrijf	Landelijk
opfokperiode 18 tot 22 weken (d)	29	29	28
legperiode (d)	252	271	273
leegstand (d)	60	37	45
totale produktieperiode (d)	341	337	346
uitval hennen (%)	13	19	10
uitval hanen (%)	69	56	35
aantal broedeieren per opgehokte hen	139	160	150
voerverbruik per gem. aanwezig dier per dag	156	157	160

Uit Tabel 2 blijkt dat het aantal broedeieren per opgehokte hen van de gemeten ronde niet het bedrijfsgemiddelde en het landelijk gemiddelde bereikte. Dit werd veroorzaakt door een bronchitis infectie (veldvirus) op de leeftijd van 25-26 weken (niet behandeld). Hierdoor was de produktiepiek 77% in plaats van 82% (dit is de top van de legcurve voor het merk Ross). Daarnaast werd bij de leeftijd van 50 weken de voersamenstelling veranderd. Hierdoor daalde de eiproduktie sneller en bleef op een lager nivo ten opzichte van de legcurve. Het gemiddelde legpercentage voor dit bedrijf lag op 64,2%, terwijl deze produktieronde 59% werd gehaald.

## 2.2 Metingen

De volgende variabelen werden kontinu gemeten:

- NH<sub>3</sub>-concentratie van de uit- en ingaande lucht (mg/m<sup>3</sup>);
- ventilatiedebiet (m<sup>3</sup>/uur);
- temperatuur (T) van de uitgaande lucht en de buitentemperatuur (°C);
- relatieve luchtvochtigheid (RH) van de uitgaande lucht en buitenlucht (%).

De NH<sub>3</sub>-concentratie werd gemeten met behulp van een NO<sub>x</sub>-monitor (tot 2 november met een Thermo Environmental Instrument's Chemiluminescence NO-NO<sub>2</sub>-NO<sub>x</sub> analyzer Model 42i, daarna met de Monitor labs nitrogen oxides analyzer model 8840). De meting is gebaseerd op de chemiluminescentie-reactie tussen O<sub>3</sub> en NO:



Deze methode is uitgebreid beschreven door Scholtens (1993). Hier wordt volstaan met een korte beschrijving van het systeem en de meetopstelling.

De maximaal meetbare concentratie was tot 20 oktober 50 ppm. Dit bereik was te laag. Daarom is het na 20 oktober verhoogd tot 62,5 ppm. Om NH<sub>3</sub> te kunnen meten moet het eerst met een convertor worden omgezet in NO. In de convertor

passeert de luchtstroom een filter waarna het verhit wordt tot 775 °C. Bij deze temperatuur wordt NH<sub>3</sub> aan een roestvrij stalen katalysator geoxideerd tot NO. De convertor is zo dicht mogelijk bij het monsternamepunt gemonteerd om het transport van NH<sub>3</sub> tot een minimum te beperken. NH<sub>3</sub> adsorbeert makkelijk aan allerlei materialen en lost makkelijk op in water, waardoor bij een te grote afstand tussen monsternamepunt en convertor, metingen kunnen worden verstoord. De stallucht werd continu aangezogen via teflonslangen. Om condens in de slangen te voorkomen werden alle slangen met verwarmingslint en isolatie omwikkeld. De monsternamepunten bevonden zich in de ventilatiekokers tussen de meet- en stalventilator. Het monsternamepunt van de buitenlucht bevond zich aan de noordwestzijde van de stal ter hoogte van de centrale gang. Het in de convertors gevormde stabiele NO werd door verwarmde en geïsoleerde teflonslangen naar de monitor geleid.

De inlaatopeningen bevonden zich aan de noord-westzijde van de stal en waren voorzien van automatisch regelbare kleppen. Het maximale oppervlak van de inlaatopeningen was 3,2 m<sup>2</sup>. Om directe windinvloeden te voorkomen was voor iedere inlaat een plaat bevestigd zoals is aangegeven in Bijlage A. Via drie ventilatoren met een doorsnede van 63 cm (totale maximale capaciteit 37.500 m<sup>3</sup>/uur) werd de lucht aan de zuid-oostzijde uit de stal geleid. Om tot een goede luchtverdeling in de stal te komen waren op 40 cm voor de uitlaten platen aangebracht (Bijlage A). De ventilatie werd ingesteld op een streef temperatuur van 19 °C (de bandbreedte liep van 18 tot 23 °C). De minimumventilatie bedroeg 20% van de maximumcapaciteit. Gedurende de gemeten produktieronde werd niet verwarmd.

Het ventilatiedebiet werd bepaald met behulp van meetventilatoren in de ventilatiekokers. Per omwenteling werden vier pulsen afgegeven. De pulsen werden geregistreerd. De relatie tussen het aantal pulsen en het debiet is bepaald met behulp van een windtunnel (Berckmans et al., 1991; Scholtens & van 't Klooster, 1993). De onderstaande formule geeft de relatie tussen het ventilatiedebiet (m<sup>3</sup>/uur) en het geregistreerde aantal pulsen weer:

$$V = 60,7 * (\text{aantal pulsen}/10 \text{ sec}) + 295$$

De temperatuur en relatieve luchtvochtigheid werden continu gemeten met temperatuur- en vochtsensoren (Hygromer Rotronic®). De temperatuur en de relatieve luchtvochtigheid van de stallucht werden 2 m boven het strooisel voor de ventilatoren gemeten. De temperatuur en relatieve luchtvochtigheid van de buitenlucht werd het aan de noordzijde van de stal gemeten.

De meetapparatuur werd bestuurd door een programmeerbare datalogger. Alle verzamelde gegevens werden hiermee opgeslagen. Eénmaal per 2,5 minuut werden alle variabelen gemeten. Na één uur werden de waarden gemiddeld en weggeschreven. Elke week werd de apparatuur gecontroleerd, de monitor gekalibreerd en zonodig de filters voor de convertors vervangen. Tevens werd de algemene situatie in de stal genoteerd. De convertors werden voor en na de meetperiode geijkt.

De monitor werd in de eerste periode gekalibreerd met 42,2 ppm NO gas (0,7% onzuiver) en in de tweede periode met 41,8 ppm NO gas. De absolute afwijking tijdens de kalibratie was gemiddeld 4%. Wanneer de absolute afwijking boven de 5% lag werd hiervoor gecorrigeerd. Uit de ijking van de convertors bleek dat voor de metingen gemiddeld 96% van de aangeboden NH<sub>3</sub> als NO<sub>x</sub> werd gemeten; na de meting was dit 93%. Van 16 oktober tot en met 24 oktober en van 29 oktober tot en met 3 november werd gedurende enkele uren van de dag bij twee van de drie meetpunten het bereik van de monitor overschreden doordat het bereik door een storing in de elektronica werd beperkt. Hiervoor werd gecorrigeerd, waarbij het verloop van de concentratie van het achterste meetpunt in de stal (bijlage A) als uitgangspunt werd genomen.



De emissie is het produkt van de  $\text{NH}_3$ -concentratie en het ventilatiedebiet. De totale emissie werd berekend door cumulatie van de uurgemiddelden. Bij het ontbreken van de meetgegevens door storingen werd ten behoeve van de cumulatie en berekenen van de gemiddelden geïnterpoleerd, behalve bij bovengenoemde storing in de elektronica, omdat interpolatie tot een onderschatting van de emissie zou leiden.

De gemiddelde waarden tijdens beide perioden voor temperatuur, relatieve luchtvochtigheid en ventilatie staan in Tabel 3. In Bijlage C is de staltemperatuur bij de middelste ventilator gegeven, deze wordt representatief verondersteld voor het verloop van de temperatuur in de stal. Het temperatuursverschil tussen de voor- en de achterkant van de stal (Bijlage A) bedroeg ongeveer 2 °C; de voorkant was warmer. In het algemeen waren voorin de stal meer dieren per  $\text{m}^2$  aanwezig dan achterin. Meer dieren produceren meer warmte waardoor de temperatuur ter plekken hoger zal zijn.

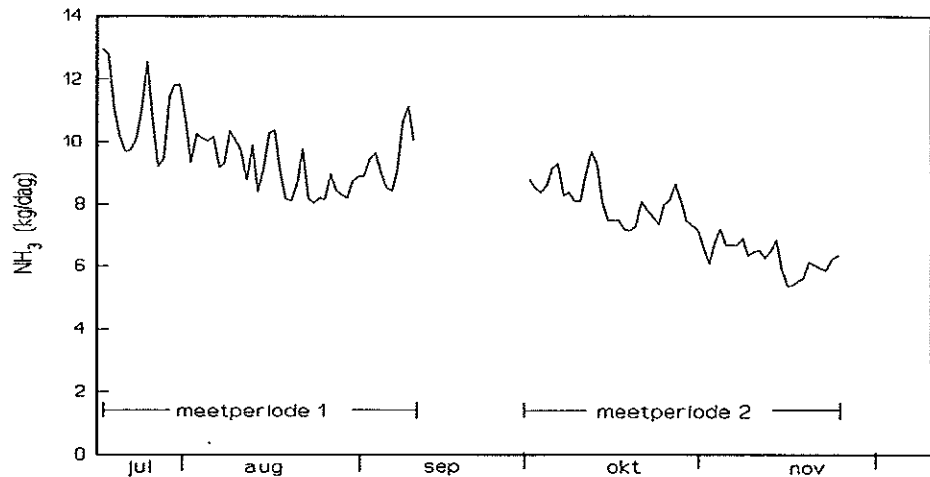
Tabel 3. Gemiddelde temperatuur (°C) en relatieve luchtvochtigheid (%) in de stal en buiten. Gemiddeld ventilatiedebiet per gemiddeld aanwezig dier ( $\text{m}^3/\text{uur}$ ).

	Meetperiode 1	Meetperiode 2
staltemperatuur	22,5	19,1
buitentemperatuur	15,0	5,8
relatieve luchtvochtigheid stal	65	67
relatieve luchtvochtigheid buiten	82	88
ventilatiedebiet	4,7	2,9

Het strooisel was op het oog verschillend van structuur. Op sommige plekken was het bed dikker, zonder rulle bovenlaag, op andere plaatsen was het dunner, met een rulle bovenlaag. Door in iedere meetperiode één keer met een pin op verschillende plaatsen in het bed te prikken kwam vast te staan dat overal een steenharde laag in het bed aanwezig was. De dikte van het dek bovenop deze laag varieerde tussen 1 en 10 cm. De temperatuur van het strooisel werd éénmaal per meetperiode op verschillende plekken gemeten, tussen de 1 en 10 cm diepte (al naar gelang de ligging van de harde laag). Hieruit bleek dat de temperatuur van het strooisel in de eerste meetperiode hoger was dan in de tweede. Gemiddeld was de temperatuur respectievelijk 25 °C en 20 °C. Dit was voor beide meetperiodes niet veel hoger dan de heersende staltemperatuur (respectievelijk 24 °C en 20 °C). Dat geeft aan dat het strooisel niet of nauwelijks broeide.

### 3 Resultaten en discussie

Figuur 1 geeft de dagelijkse ammoniakemissie op stalnivo voor beide meetperiodes. In Bijlage B is de ammoniakconcentratie bij de middelste ventilator, de achtergrondconcentratie en het totale ventilatiedebiet gedurende de twee meetperiodes gegeven. De ammoniakconcentratie bij de ventilatoren voor en achter in de stal had hetzelfde verloop als bij de middelste ventilator. Het gemiddelde nivo bij de voorste ventilator was  $22,8 \text{ mg/m}^3$  en bij de achterste  $19,4 \text{ mg/m}^3$ , ten opzichte van het gemiddelde nivo bij de middelste ventilator van  $21,8 \text{ mg/m}^3$ .



Figuur 1. Daggemiddelde van de  $\text{NH}_3$ -emissie uit de stal gedurende meetperiode 1 en 2.

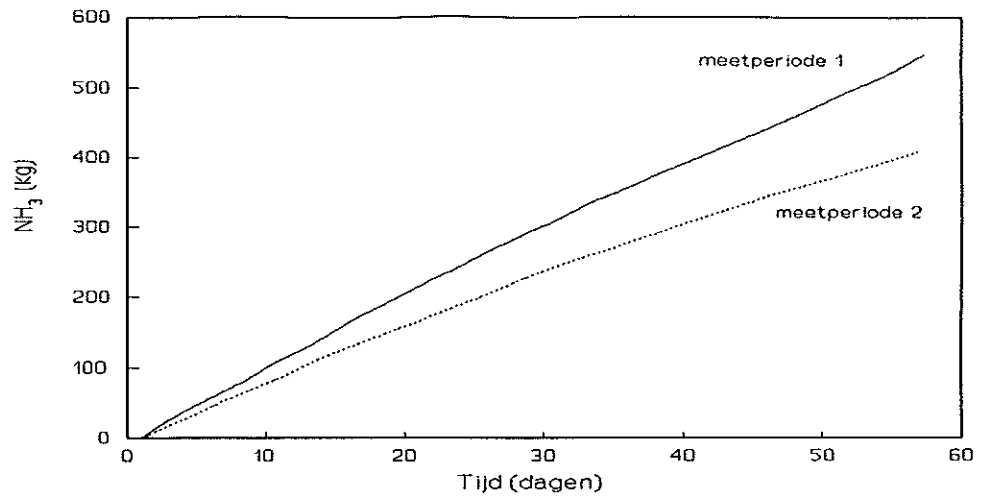
De twee meetperiodes laten verschillende resultaten zien. De eerste meetperiode (zomer) kenmerkte zich door relatief stabiele weersomstandigheden. Alleen op 22 augustus vond een daling in de buitentemperatuur van  $5 \text{ }^\circ\text{C}$  plaats, wat resulteerde in een lagere staltemperatuur. Na deze datum liep de buitentemperatuur weer langzaam op. De dalende trend in de emissie in de tweede periode (herfst) viel samen met een daling van de buitentemperatuur van  $10 \text{ }^\circ\text{C}$  naar  $-5 \text{ }^\circ\text{C}$ . Als gevolg hiervan daalde ook het ventilatiedebiet geleidelijk naar het minimumnivo.

In Figuur 2 is de cumulatieve emissie voor beide meetperiodes gegeven. De emissie in periode 2 was lager dan in periode 1. Tabel 4 geeft de emissies per meetperiode en de daaruit berekende emissie op jaarbasis. Van de 346 dagen die een productieperiode gemiddeld duurt is de stal 45 dagen leeg (Kwantitatieve informatie veehouderij 1994-1995). Voor de berekening van de emissie op jaarbasis is daarom uitgegaan van 13% leegstand.

Tabel 4. Ammoniakemissie uit de stal gedurende twee meetperiodes (kg) en berekend per dierplaats in g/dag en in g/jaar (met 45 dagen leegstand).

	Meetperiode 1	Meetperiode 2
lengte meetperiode (dagen)	56	55
totale $\text{NH}_3$ -emissie	543	400
$\text{NH}_3$ -emissie per dierplaats per dag	2,0	1,5
$\text{NH}_3$ -emissie per dierplaats per jaar	651	488

De  $\text{NH}_3$ -emissie uit deze stal voor vleeskuikenunderdieren was in de eerste meetperiode  $2,0 \text{ g}$  per dierplaats per dag en in de tweede meetperiode  $1,5 \text{ g}$  per dierplaats per dag. Op jaarbasis met 45 dagen leegstand kwam dit neer op  $651 \text{ g}$  en  $488 \text{ g}$  per dierplaats per jaar. Meijerhof & van der Haar (1994) vonden, omgerekend naar een bezetting van  $6,5$  dieren per  $\text{m}^2$ , een emissie van  $1,8 \text{ g}$  per dierplaats per dag. Op



Figuur 2. Cumulatieve  $\text{NH}_3$ -emissie voor de twee meetperiodes op stalnivo

basis van een leegstand tussen twee productieperiodes van 45 dagen komt dit neer op een  $\text{NH}_3$ -emissie van 572 g per dierplaats per jaar.

Het verschil in emissie tussen de twee meetperiodes zal voor een groot deel worden veroorzaakt door het verschil in weersomstandigheden. De buitentemperatuur was in de tweede meetperiode gemiddeld 10 °C lager. Dientengevolge was het debiet 50% lager. De staltemperatuur was gemiddeld 3 °C lager. Deze omstandigheden hebben een verlagend effect op de emissie (Elzing et al., 1992; Groot Koerkamp et al., 1994).

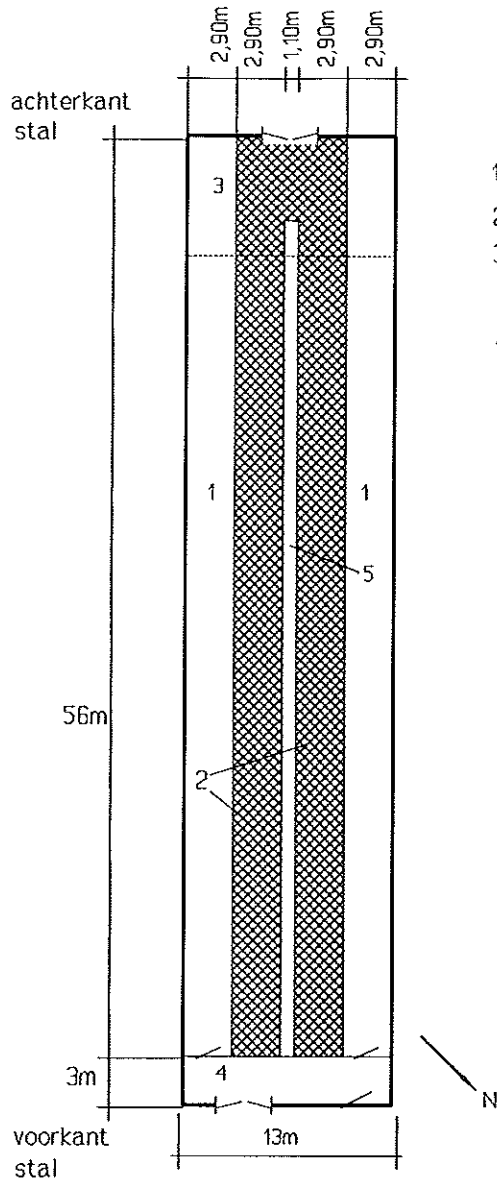
## 4 Conclusie

De traditionele stal voor vleeskuikenouderdieren met half strooiselvloer emitteerde per dierplaats per dag in de zomerperiode 2,0 g en in de herfstperiode 1,5 g. Op jaarbasis was de emissie respectievelijk 651 g en 488 g per dierplaats, uitgaande van 13% leegstand.

## Literatuurlijst

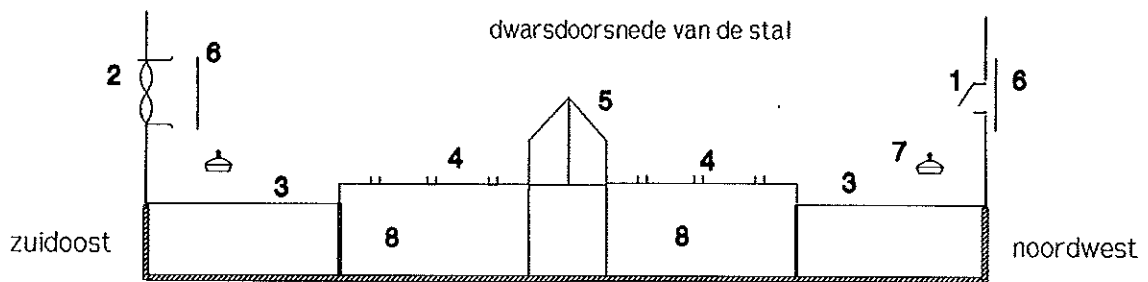
- Beoordelingsrichtlijn in het kader van Groen Label stallen, 1993. Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Den Haag, 32 pp.
- Berckmans, D., Ph. Vandenbroeck & V. Goedseels, 1991. Sensor for continuous measurement of the ventilation rate in livestock buildings. *Indoor Air* 3:323-336.
- Elzing, A., W. Kroodsmas, R. Scholtens & G.H. Uenk, 1992. Ammoniakemissiemetingen in een modelsysteem van een rundveestal: Theoretische beschouwingen. Wageningen, IMAG-DLO Rapport 92-3, 25 pp.
- Groot Koerkamp, P.W.G., A. Keen, T. van Niekerk & S. Smit, 1994. The effect of manure and litter handling and climatic conditions on ammonia emission from a battery cage and aviary housing system for laying hens. Aangeboden voor publicatie in *Poultry Science*.
- Heij, G.J. & T. Schneider, 1991. Dutch priority programme on acidification. Final report second phase Dutch priority programme on acidification no. 200-09.
- Kwantitatieve Informatie Veehouderij 1994-1995. Informatie en Kennis Centrum Veehouderij, Ede, Publikatie nr 6-94.
- Meijerhof, R. & J.W. van der Haar, 1994. Ammoniakemissie van vleeskuikenouderdieren bij verschillende vormen van huisvesting. Beekbergen, PP-uitgave no. 18, 15 pp.
- Notitie Mest- en Ammoniakbeleid derde fase. Tweede kamer, vergaderjaar 1992-1993, 19882, nr 34, SDU-Uitgeverij, 's-Gravenhage, 55 pp.
- Scholtens, R., 1993. NH<sub>3</sub>-converter + NO<sub>x</sub>-analyzer. In: E.N.J. van Ouwerkerk (Ed.): Meetmethoden NH<sub>3</sub>-emissie uit stallen. Onderzoek inzake de mest- en ammoniakproblematiek in de veehouderij 16 DLO, Wageningen, p. 19-22.
- Scholtens, R. & C.E. van 't Klooster, 1993. Meetventilator. In: E.N.J. van Ouwerkerk (Ed.): Meetmethoden NH<sub>3</sub>-emissie uit stallen. Onderzoek inzake de mest- en ammoniakproblematiek in de veehouderij 16 DLO, Wageningen, p. 59-62.

Bijlage A Stalsituatie



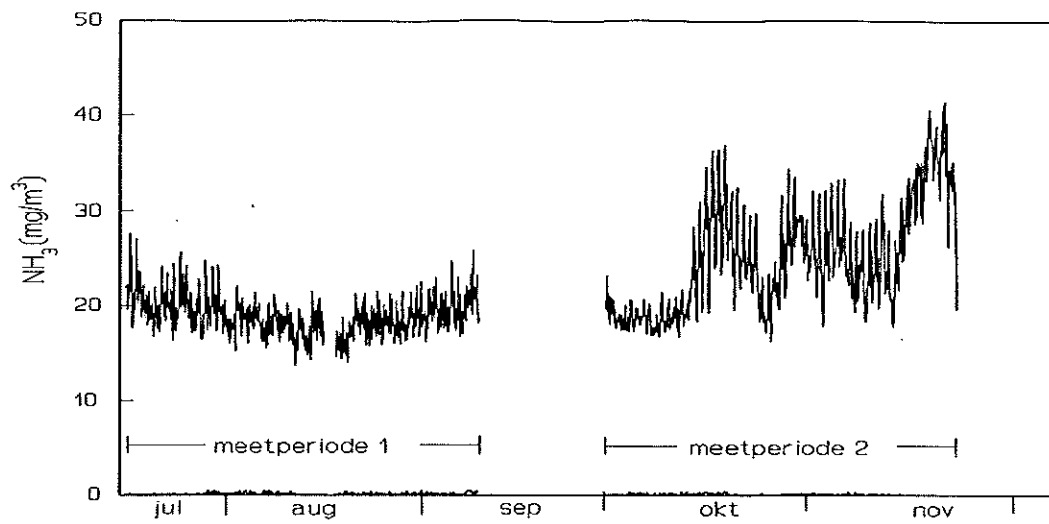
Plattegrond van de vleeskuikenouderdierenstal

- 1 strooiselvloer
- 2 roostervloer
- 3 apart gedeelte voor afwijkende dieren  
stippellijn = gaas
- 4 centrale ruimte
- 5 legnesten

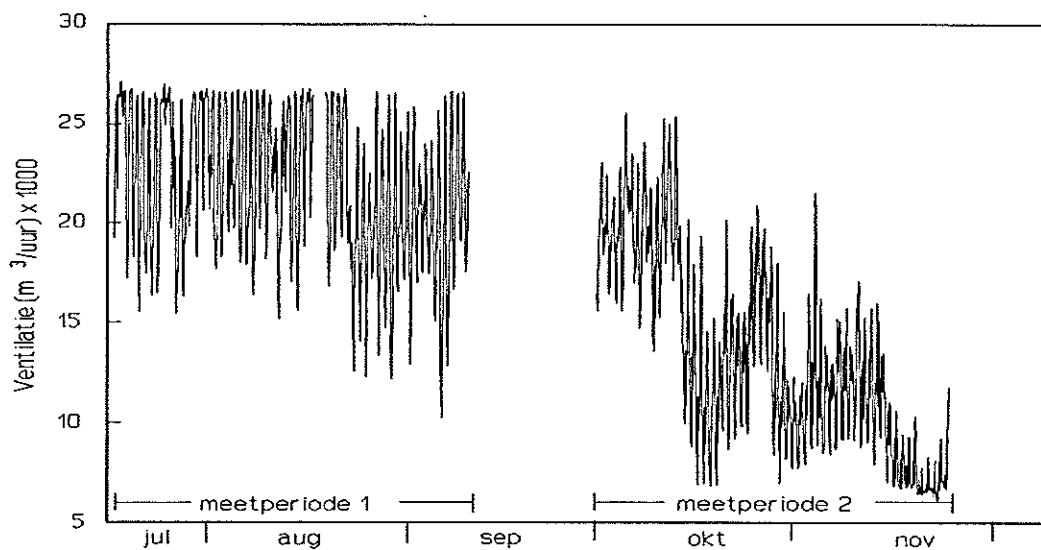


- 1. luchtinlaat
- 2. ventilator
- 3. strooiselvloer
- 4. beun met voerketting
- 5. legnesten
- 6. plaat voor luchtin- en luchtuitlaat
- 7. voerlijn voor hanen
- 8. mestkelder

## Bijlage B Concentratie en ventilatie

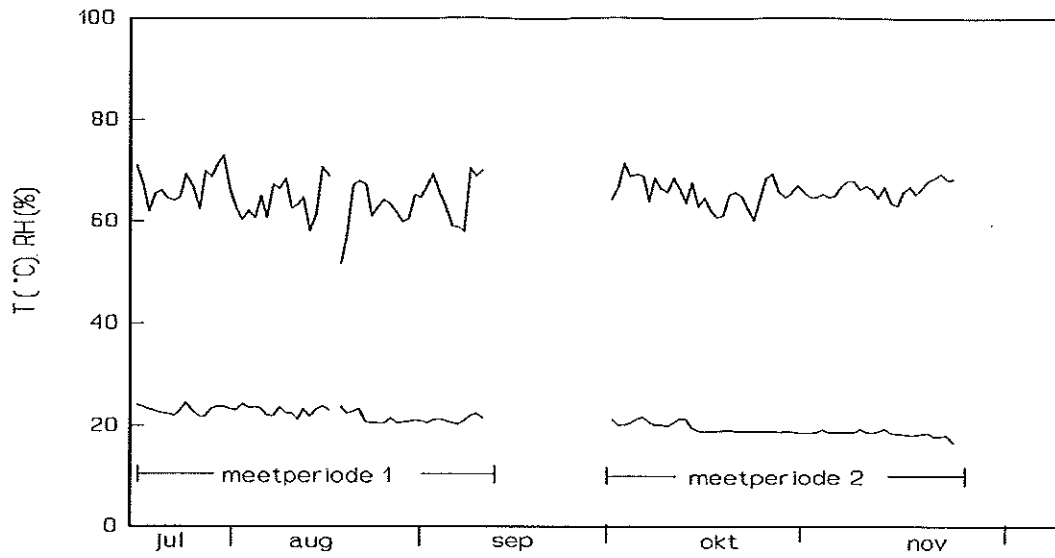


$\text{NH}_3$ -concentratie in de stal bij de middelste ventilator en van de ingaande lucht

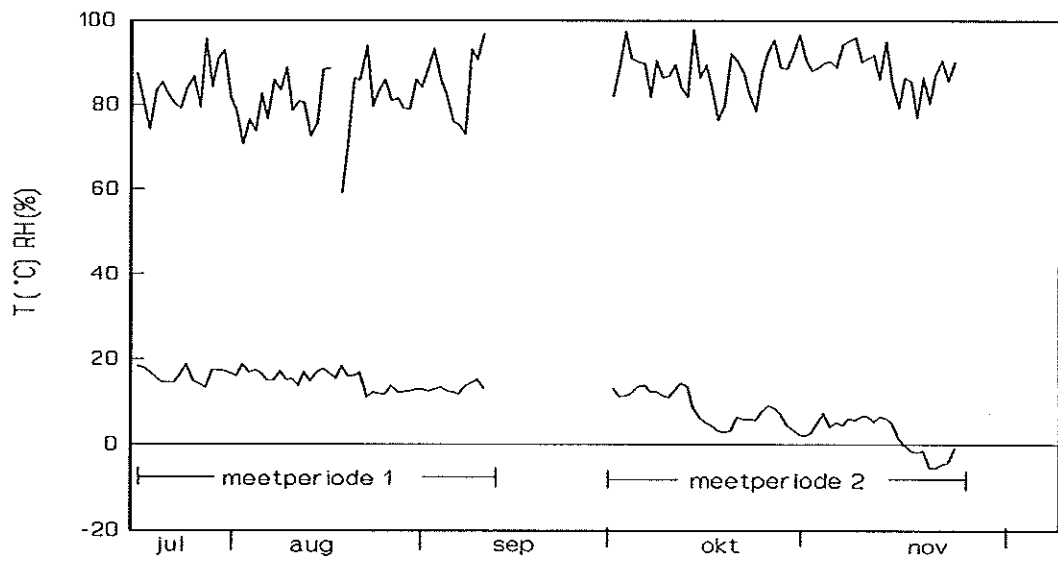


Totale ventilatiedebiet in de stal

Bijlage C    Temperatuur en relatieve luchtvochtigheid



Temperatuur en relatieve luchtvochtigheid bij middelste ventilator in de stal



Temperatuur en relatieve luchtvochtigheid buitenlucht



## Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen

### publicatieoverzicht

Groenestein, C.M. en H. Montsma, 1991 - Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen I: slachtkuikenstal met vloerventilatie. Wageningen, DLO, rapport 91-1001, 14 pp. excl. bijlage.

Groenestein, C.M. en H. Montsma, 1991 - Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen II: grupstal voor melkvee. Wageningen, DLO, rapport 91-1002, 14 pp. excl. bijlage.

Montsma, H. en C.M. Groenestein, 1992 - Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen III: biggenopfokstal met frekwente en restloze mestverwijdering. Wageningen, DLO, rapport 92-1001, 12 pp. excl. bijlage

Groenestein, C.M. en H. Montsma, 1993 - Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen IIIa: aanvullend onderzoek aan een biggenopfokstal met frekwente en restloze mestverwijdering. Wageningen, DLO rapport 93-1001, 9 pp excl. bijlage.

Groenestein, C.M. en B. Reitsma, 1992 - Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen IV: kraamopfokstal met gladde hellende vloer, giergoot en mestschuiven. Wageningen, DLO, Rapport 92-1002, 14 pp. excl. bijlage.

Reitsma, B. en C.M. Groenestein, 1994 - Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen IVa: aanvullend onderzoek aan een kraamopfokstal met gladde hellende vloer, giergoot en mestschuiven. Wageningen, DLO, Rapport 94-1003, 13 pp. excl. bijlage.

Groenestein, C.M. en B. Reitsma, 1992 - Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen V: vleesvarkensstal met dikstrooiselsysteem. Wageningen, DLO, Rapport 92-1003, 18 pp. excl. bijlage

Groenestein, C.M. en H. Montsma, 1992 - Praktijkonderzoek naar de ammoniak uit stallen VI: vleesvarkensstal met diepstrooiselsysteem. Wageningen, DLO, Rapport 92-1004, 20 pp. excl. bijlage.

Montsma, H. en C.M. Groenestein, 1993 - Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen VII: konijnenstal met mestscheiding, frekwente mestverwijdering en luchtafzuiging boven de giergoot. Wageningen, DLO rapport 93-1002, 14 pp. excl. bijlage.

Reitsma, B. en C.M. Groenestein, 1993 - Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen VIII: vleesvarkensstal met overdrukventilatie en luchtverdeling via slangen. Wageningen, DLO rapport 93-1003, 14 pp. excl. bijlage.

Groenestein, C.M. en H. Montsma, 1993 - Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen IX: kraamzeugenstal met mestverwijdering door spoelen met dunne mestfractie via spoelgoten. Wageningen, DLO rapport 93-1004, 13 pp.

Groenestein, C.M. en B. Reitsma, 1993 - Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen X: potstal voor melkvee.  
Wageningen, DLO, Rapport 93-1005, 15 pp. excl. bijlage.

Groenestein, C.M. en J.M.G. Hol, 1994 - Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen XI: zeugenstal met gereduceerd roosteroppervlak.  
Wageningen, DLO, Rapport 94-1001, 12 pp. excl. bijlage.

Reitsma, B., J.M.G. Hol en C.M. Groenestein, 1994 - Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen XII: kraamzeugenstal met mestverwijdering door schuiven over een gecoate putvloer.  
Wageningen, DLO, Rapport 94-1002, 11 pp. excl. bijlage.

Groenestein, C.M., 1994 - Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen XIII: zeugenstal met mestverwijdering door schuiven over een gecoate putvloer.  
Wageningen, DLO, Rapport 94-1004, 11 pp. excl. bijlage.

Hol, J.M.G. & C.M. Groenestein, 1994 - Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen XIV: biggenopfokstal met mestverwijdering door spoelen met dunne mestfractie via spoelgoten.  
Wageningen, DLO rapport 94-1005, 12 pp. excl. bijlage

Groenestein, C.M. en J.W.H. Huis in 't Veld, 1994 - Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen XV: potstal voor zoogkoeien.  
Wageningen, DLO, Rapport 94-1006, 14 pp. excl. bijlage.